

Rentgenová aparatura II

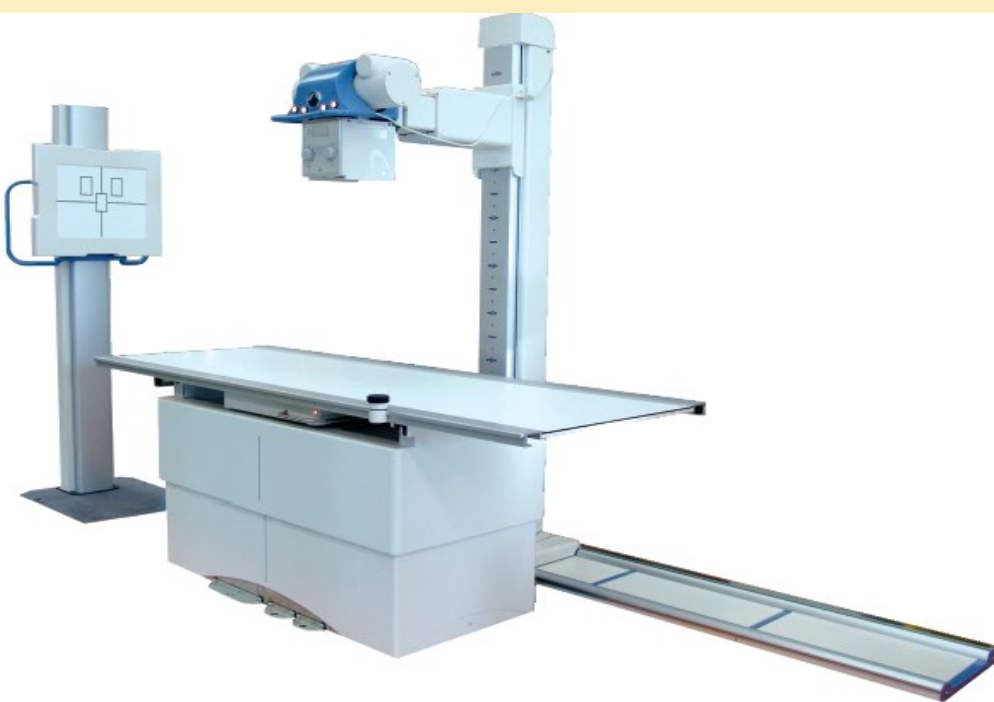
Popis aparatury

Rentgenová aparatura (obr. 1), kterou zde máme k dispozici, je vybavena měděnou rentgenkou. Napětí rentgenky lze regulovat v rozmezí 0 - 35 kV a proud od 0 do 1 mA. Průměr luminiscenční obrazovky je 15 cm. Komora je vybavena Geiger-Müllerovým detektorem a otočným držákem pro uchycení krystalu.

U lékařských rentgenů (obr. 2) se maximální napětí rotační anody pohybují okolo 120 kV a maximální proud okolo 400 mA.



Obr. 1: Školní RTG aparatura.

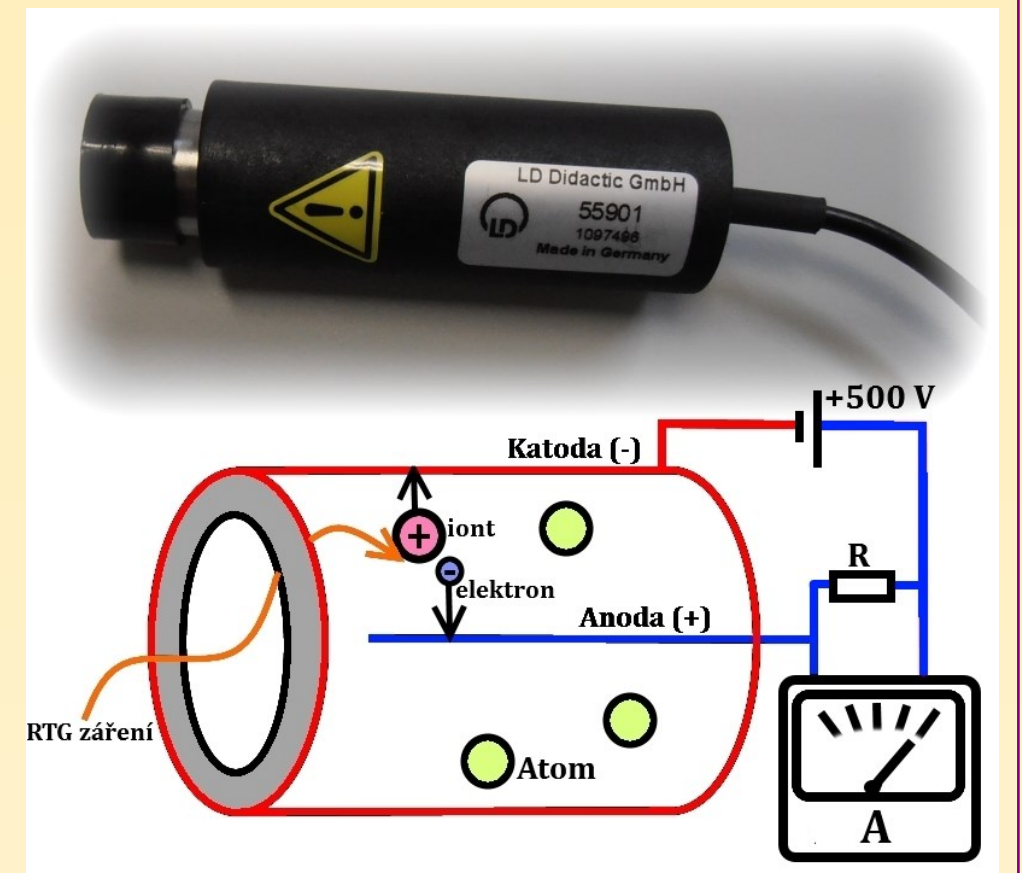


Obr. 2: Klasický lékařský Rentgen, foto: dms-egy.com.

Geiger-Müllerův detektor

Detektory slouží k detekci, registraci, či měření intenzity RTG záření. Využívají jeho luminiscenčních, ionizačních či fotografických účinků a také schopnosti zvyšovat elektrickou vodivost některých materiálů.

Jedním typem detektorů jsou detektory plynové, kam patří v jaderné fyzice využívaný Geiger-Müllerův (G-M) detektor (obr. 3). Ionizující záření působí na plyn a původně neutrální atomy a molekuly se přeměňují na kladně nabitě ionty a záporně nabitě elektrony. Urychlované elektrony letící k anodě získají dostatečnou energii k ionizaci dalších atomů. Tímto efektem dochází ke vzniku krátkých elektrických pulsů, které jsou detekovány počítačem.

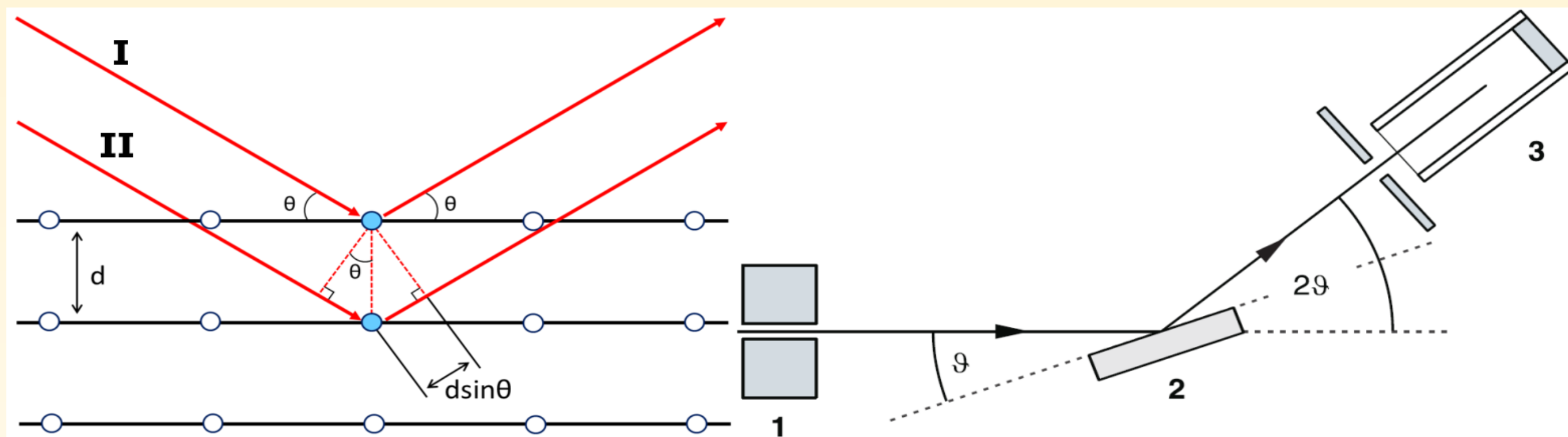


Obr. 3: G-M detektor a jeho vnitřní struktura.

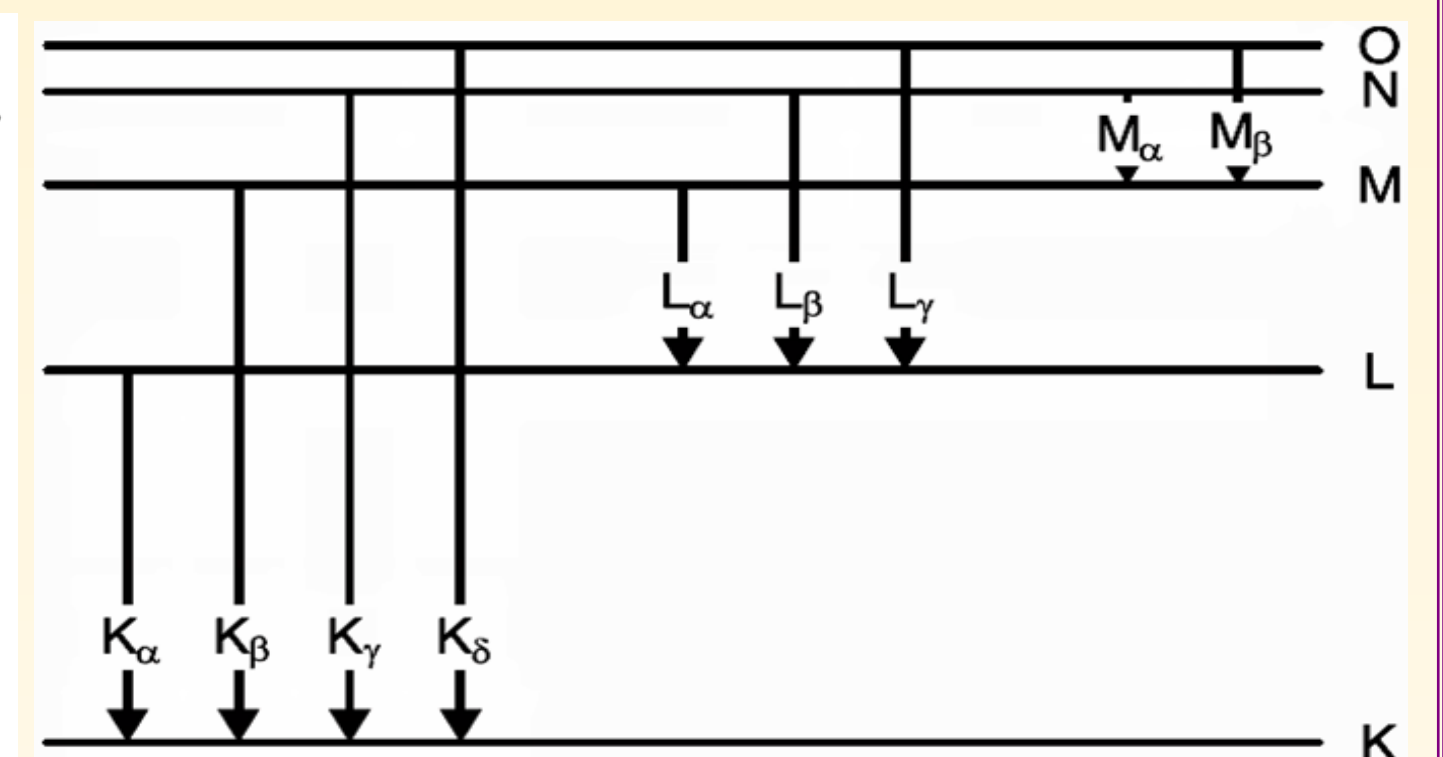
Zkoumání energetického spektra

Kvůli pravidelnému uspořádání atomů se rozptýlené vlny v některých směrech interferencí zesilují, nebo zeslabují. K zesílení dojde mezi takovými dvěma paprsky, které jsou k sobě rovnoběžné a jejichž dráhy se liší o $n\lambda$. Od paprsků tedy požadujeme, aby jejich společný úhel dopadu byl roven úhlu rozptylu a aby splňovali podmínku (Braggovu rovnici) (obr. 4):

$$2 \cdot d \cdot \sin(\theta) = n\lambda \quad (1)$$



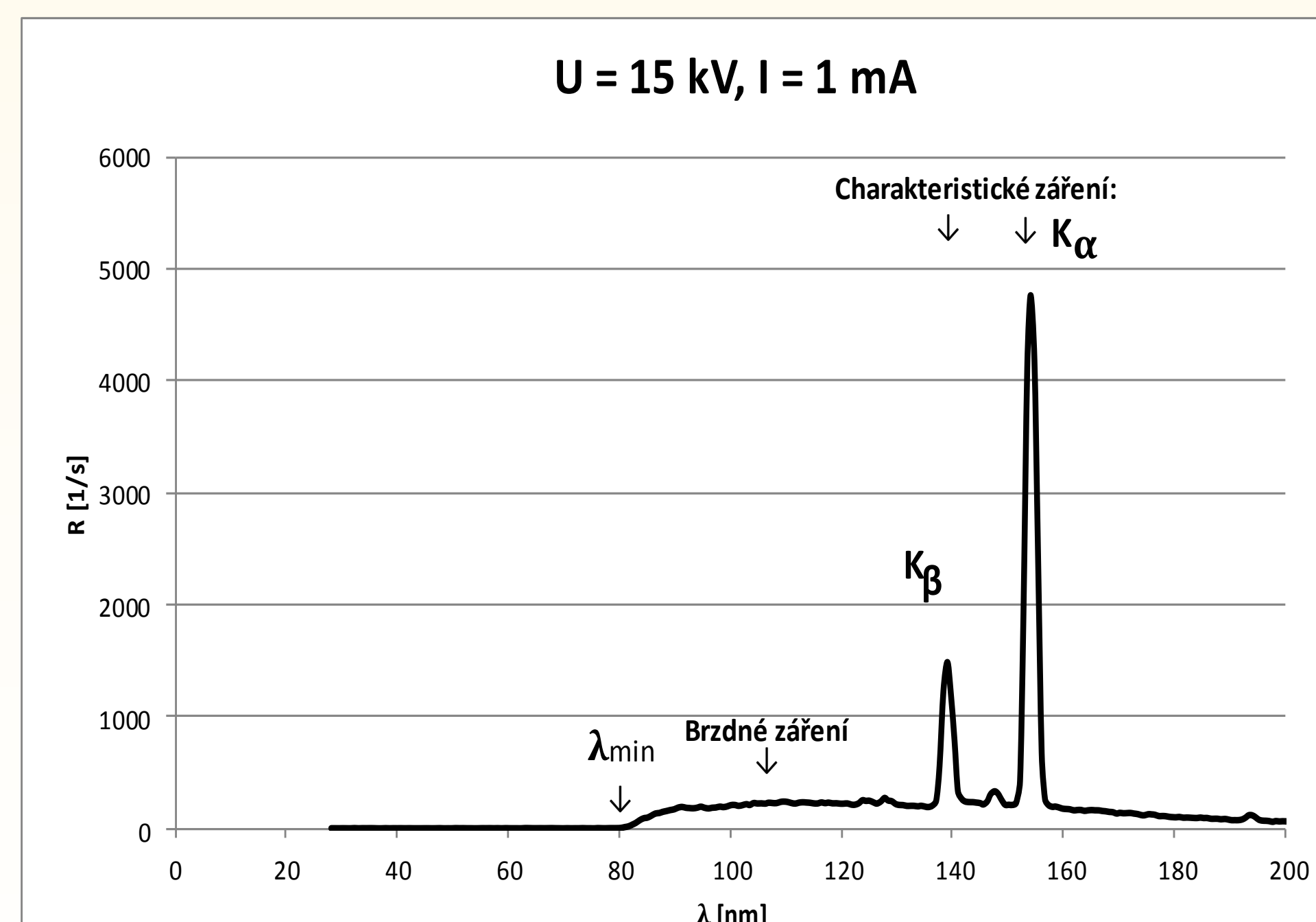
Obr. 4: Princip odpovídající Braggově rovnici. [Σ64, 2012; LD DIDACTIC GMBH, P6.3.3.2]



Obr. 5: Vznik charakteristického záření. [LD DIDACTIC GMBH P6.3.3.2]

Spojité spektrum záření je výsledkem obráceného fotoelektrického jevu. Tedy kinetická energie elektronu se přeměňuje na energii fotonu $h\nu$. Naopak spektrum mající původ v přechodech elektronů uvnitř atomu je nespojité. Obrázek 5 vystihuje zjednodušené schéma atomu a vznik rentgenového spektra charakteristického záření.

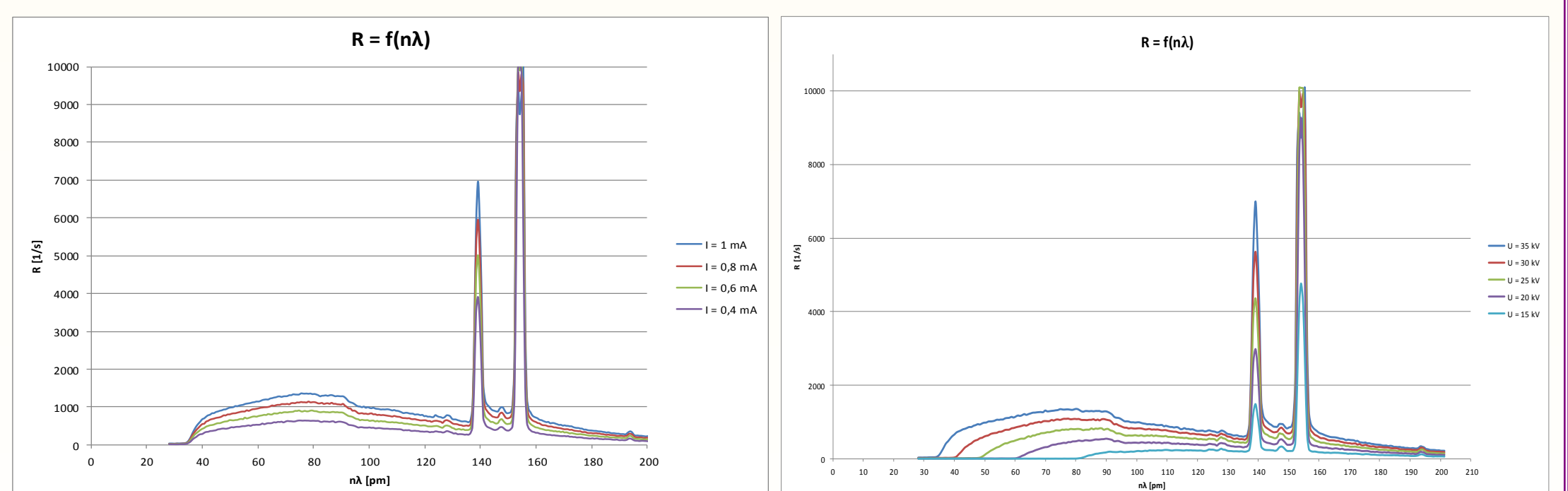
Elektron s vysokou energií se střetne s atomem a vyrazí jeden elektron ze slupky K. Pak atom s chybějícím K-elektronem vydá většinu ze své excitační energie ve formě fotonu RTG paprsků, jestliže elektron z vnější slupky obsadí vzniklou díru ve slupce K.



Obr. 6: Energetické spektrum Cu rentgenky.

Energetické spektrum rentgenky s Cu anodou (obr. 6) získáme pomocí Braggovy difrakce záření na krystalu LiF. Při změně úhlu θ zaznamenává detektor maxima intenzity odpovídající Braggově rovnici (1).

Lze tedy ověřit, že vlnové délky K_α a K_β odpovídají tabulkovým hodnotám: $\lambda(K_\alpha) = 154,17$ pm a $\lambda(K_\beta) = 139,2$ pm.



Grafy: Záznam energetického spektra Cu rentgenky pro zvyšující se - proud (vlevo) a napětí (vpravo)



Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta

Tento text vznikl jako podklad bakalářské práce:
„Školní demonstrační experimenty z jaderné a částicové fyziky“
Autorem je Michal Klátil, vedoucím práce RNDr. Daniel Jezbera.